

Perbandingan LC₅₀ – 96 jam terhadap mortalitas benih ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 pada limbah penyamakan kulit dan insektisida piretroid

[Comparison of lethal concentrations (LC₅₀ – 96 H) toward common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 mortality in leather industry liquid waste and piretroid insecticide]

D. Arfiati, U. Zakiyah, I. S. Nabilah, N. Khoiriyah, A. S. Jayanti, H. F. Kharismayanti

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
Jln Veteran, Malang Jawa Timur

Diterima: 27 September 2017; Disetujui: 3 April 2018

Abstrak

Benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) ukuran 3 - 5 cm seringkali dipelihara di sawah yaitu pada saat padi masih membutuhkan air untuk pertumbuhannya. Namun air yang digunakan untuk mengairi sawah seringkali mengandung bahan pencemar karena berasal dari sungai yang menerima limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai LC₅₀ – 96 jam limbah penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* terhadap mortalitas benih ikan mas. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yang berbeda dan dilakukan dalam metode eksperimen rancangan acak lengkap. Eksperimen untuk limbah cair penyamakan kulit digunakan tujuh perlakuan dan insektisida digunakan delapan perlakuan. Hasil analisis probit untuk limbah penyamakan kulit diperoleh nilai LC₅₀ – 96 jam sebesar 277,73 ml L⁻¹ sedangkan nilai LC₅₀ – 96 jam untuk insektisida *piretroid* yakni 0,0042 mg L⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida lebih kuat pengaruhnya terhadap kematian benih ikan, karena dengan konsentrasi yang sedikit saja sudah dapat mematikan benih ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa insektisida ±70.000 kali lebih mudah mematikan benih ikan dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit. Sebab itu, perlu kewaspadaan dalam membuang limbah ke perairan umum karena akan mengganggu kehidupan organisme penghuninya.

Kata penting: uji toksisitas akut LC₅₀ – 96 jam, ikan mas, limbah cair industri penyamakan kulit, insektisida *piretroid* dengan bahan aktif *deltametrin*

Abstract

The common carp (*Cyprinus carpio*) with sizes of 3 - 5 cm are usually culture in the paddy fields when the plants still need water for its growth. However, the water which is used to irrigate the paddy fields often contains pollutants, comes from polluted rivers. This study aimed to determine the value of lethal concentrations (Lc₅₀–96 H) in the waste water of leather industry and pyrethroid insecticide with *Deltametrin* active compound toward mortality of common carp seeds. The research was conducted in two different stages and performed in an experimental method with completely randomized design. The experiments for liquid waste of leather industry used seven experiments, while for insecticides with eight experiments. The result of probit analysis for waste of leather industry indicated that LC₅₀ – 96 H was 0,056 ml L⁻¹, while for pyrethroid insecticide was 0.0042 mg L⁻¹. It could be said that insecticide had stronger effect on fish seeds mortality because only small amount of concentration could kill fish seeds. The results of this study shown that insecticides was ± 70 thousand times easier to kill fish seeds compared with leather industry waste. Therefore, people should be careful when disposing waste into the water because it will disrupt the life of aquatic organism.

Keywords: acute toxicity test of LC₅₀ – 96 H, common carp, leather industry liquid waste, peretroid insecticide, Deltamethrin active compound

Pendahuluan

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri dengan proses pengolahan limbah yang masih menjadi masalah, karena berpotensi mencemari lingkungan yang ada di sekitarnya, baik melalui air, tanah, dan udara (Ulfin *et al.* 2014). Menurut Asmadi & Oktiawan

(2009), limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari larutan kromium sulfat antara 60 - 70% yang tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan, sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Limbah kromium yang dihasilkan dari proses penyamakan kulit dapat berupa kromium trivalen [Cr(III)] dan kromium heksavalen [Cr(VI)] yang akan berdampak buruk bagi kese-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: d_arfiati@yahoo.com

hatan manusia secara langsung atau melalui rantai makanan. Dampak negatif logam berat kromium terhadap ikan adalah stress, terganggunya proses fisiologis, memengaruhi kesehatan, dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Selain itu juga terjadi bioakumulasi logam berat kromium di dalam tubuhnya, sehingga ikan tidak layak untuk dikonsumsi karena membahayakan kesehatan manusia (Nurkhasanah 2015). Tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang terpapar kromium heksavalen pada tubuh ikan nila akan menyebabkan pecahnya sel dan berinteraksi dengan protein dan membran semi permeabel. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada ikan perlakuan juga dapat disebabkan oleh keadaan ikan yang stress akibat paparan Cr (VI) (Wiresphati *et al.* 2012).

Selain limbah industri penyamakan kulit, limbah pestisida juga berpotensi mencemari lingkungan perairan. Berbagai pestisida yang digunakan sebagai pengendali hama untuk meningkatkan produksi pertanian, namun pestisida dalam jumlah yang besar dapat bersifat racun bagi biota yang hidup di perairan, antara lain ikan-ikan. Penggunaan hampir semua jenis pestisida tidak bersifat selektif dan mempunyai spektrum luas sebagai racun yang dapat menjadi sumber pencemaran khususnya bagi sumber daya dan lingkungan perairan termasuk perikanan. Sifat penting yang dimiliki pestisida adalah daya racun atau toksisitas. Meski bahan kimiawi yang terkandung dalam pestisida tersebut hanya dimaksudkan untuk mematikan suatu jenis hama tertentu, tetapi pada hakikatnya semua jenis pestisida bersifat racun untuk semua makhluk hidup (Taufik 2011). Jika pestisida tersebut termasuk dalam jenis pestisida yang dapat larut dalam air, terbuang ke perairan secara sengaja ataupun tidak, dapat mencemari perairan dan dapat memengaruhi antara lain proses metabolisme, organ

tubuh, tingkah laku, siklus hidup, perkembangan embrio, pertumbuhan sel atau jaringan dari organisme yang hidup di perairan tersebut dan stadia yang paling berbahaya terhadap pestisida adalah yuwana (Damayanty & Abdulgani 2013).

Di Indonesia, pestisida jenis insektisida *piretroid* dengan komponen *deltametrin* banyak digunakan petani untuk membasmi hama pada tanaman kubis, cabai, jeruk, padi, dan tanaman hortikultura lainnya (Nurhamidah 2005). Insektisida *piretroid* merupakan insektisida berdaya kerja cepat (*knock down*). Daya kerja piretroid terhadap ikan mirip dengan daya kerja DDT (organoklorin) yaitu tidak mudah terurai, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan, serta terakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Gejala keracunan piretroid pada ikan menunjukkan terjadinya keracunan saraf yang menghambat kerja enzim yaitu eksitasi (perangsangan), *konvulsi* (kejang), *paralisis* (kelumpuhan), dan kematian (Wulan-dari *et al.* 2013).

Mengingat besarnya pengaruh dan akibat yang ditimbulkan oleh limbah industri penyamakan kulit dan pestisida jenis insektisida *piretroid*, maka dilakukan penelitian untuk menguji toksisitas terhadap organisme perairan. Dalam penelitian ini digunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang berukuran 3-5 cm, karena menurut Taufik & Setiadi (2012), ikan mas yang digunakan sebagai bahan uji berukuran panjang total 3,65 cm dengan bobot badan 0,81 g per ekor. Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan komoditas perikanan air tawar yang berpotensi untuk terkontaminasi oleh insektisida endosulfan karena pada umumnya dipelihara dalam kolam budi daya atau karamba jaring apung di waduk, yang sumber airnya berasal dari aliran sungai yang berhubungan langsung dengan berbagai aktivitas pertanian yang banyak menggunakan pestisida.

Selain itu, ikan mas juga mempunyai kandungan lemak cukup tinggi sehingga akan lebih mudah mengakumulasi residu pestisida organoklorin. Benih ikan mas tergolong ke dalam benih yang peka terhadap perubahan lingkungan (Putri *et al.* 2016).

Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator yang memiliki ciri-ciri bernilai ekonomis, berperan penting dalam rantai makanan, dan peka terhadap berbagai jenis agen pencemar di perairan tawar. Menurut Dewi *et al.* (2012), ikan yang dapat digunakan sebagai bioindikator adalah ikan yang dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap agen pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Ikan akan beradaptasi dengan keberadaan berbagai jenis logam dan perubahan konsentrasi logam dalam air. Derajat proteksi terhadap pencemaran sangat bervariasi dan tergantung pada spesies, sehingga dalam keadaan terkontaminasi, keseimbangan ekologi akan menurun dan hanya organisme yang memiliki toleransi tinggi yang dapat bertahan hidup.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai LC_{50-96} jam limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* terhadap mortalitas benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang berukuran panjang 3 - 5 cm dan untuk menentukan daya racun yang lebih berbahaya antara limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin*

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada 13 Maret 2017 sampai 12 April 2017. Alat yang digunakan pada penelitian dengan pemaparan insektisida *piretroid* adalah bak kapasitas 16 L, aerator set, pH meter, DO meter, gelas ukur, beaker glass,

pompa air, pipa aerasi, mikro pipet, seser dan kamera. Bahan yang digunakan yaitu benih ikan mas dengan panjang 3 - 5 cm dan insektisida dengan bahan aktif *deltametrin*. Bahan pada penelitian menggunakan limbah penyamakan kulit adalah limbah cair penyamakan kulit yang dikeluarkan oleh pabrik penyamakan kulit dan akan masuk ke badan perairan sungai, aquades dan alkohol 70%.

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen disusun dalam Rancangan Acak Lengkap. Terdapat tiga tahap dalam penelitian ini yaitu pengadaptasian hewan uji (aklimatisasi), penentuan konsentrasi batas kisaran kritis limbah cair penyamakan kulit dan insektisida *piretroid*, dan dilanjutkan uji toksisitas LC_{50-96} jam. Batas kisaran kritis (*critical range test*) menjadi dasar penentuan konsentrasi yang akan digunakan pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit dan insektisida.

Pada penelitian dengan menggunakan insektisida *piretroid*, digunakan beberapa konsentrasi untuk menentukan ambang bawah dan ambang batas yakni 0 ppm, 0,0001 ppm, 0,001 ppm, 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm dan 100 ppm. Pada limbah penyamakan kulit digunakan konsentrasi ambang bawah dan ambang batas yakni 0 ml, 10 ml, 100 ml, 1000 ml, dan 10.000 ml dengan total volume 10.000 ml (konsentrasi limbah penyamakan kulit + air) dan didapatkan nilai LC_{50-96} jam pada kisaran konsentrasi 1000 - 10.000 ml.

Untuk menetapkan LC_{50-96} jam, digunakan 8 perlakuan sebagai uji toksisitas insektisida *piretroid* yaitu konsentrasi 0 ppm atau kontrol, 0,00135 ppm, 0,0018 ppm, 0,0024 ppm, 0,0032 ppm, 0,0042 ppm, 0,0065 ppm, dan 0,0087 ppm dengan masing - masing tiga kali ulangan. Uji toksisitas limbah penyamakan kulit digunakan 7 perlakuan yaitu 0 ml L^{-1} atau kontrol, 135 ml L^{-1} , 180 ml L^{-1} , 240 ml L^{-1} , 320 ml L^{-1} , 560 ml L^{-1} ,

dan 750 ml L⁻¹ dengan masing-masing dua kali ulangan. Uji toksisitas LC₅₀ – 96 jam dan selama 4 hari (96 jam).

Pengukuran oksigen terlarut dan suhu menggunakan DO meter (DO meter dilengkapi dengan pengukuran suhu) dan pengukuran pH menggunakan pH meter pada bak-bak percobaan setiap empat jam selama 96 jam. Tingkah laku ikan mas terhadap reaksi limbah penyamakan kulit diamati setiap dua jam sekali.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji regresi linier yaitu analisis probit dengan melakukan pengujian antara dosis limbah cair penyamakan kulit dengan mortalitas hewan uji (ikan mas) dan dihitung melalui data statistik menggunakan *Microsoft Excel*. Analisis probit merupakan model non linier yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen. Penentuan analisis probit dapat dihitung melalui data statistik menggunakan *Microsoft Excel*.

Berdasarkan Wardlaw (1985), langkah-langkah melakukan analisis probit nilai LC₅₀ – 96 jam adalah sebagai berikut:

- Membuat tabel probit
- Memasukkan nilai konsentrasi perlakuan (mg L⁻¹)
- Memasukkan nilai log 10 konsentrasi perlakuan
- Memasukkan jumlah sampel atau organisme uji yang digunakan
- Memasukkan jumlah kematian hewan uji pada setiap konsentrasi perlakuan
- Mempersentase jumlah kematian (Mobs)
- Menghitung nilai koreksi kematian dengan rumus Abbot's:

Koreksi kematian (%) = $\frac{Mobs - Mcont}{100 - Mcont}$

- Mentransformasi nilai koreksi kematian ke dalam tabel transformasi probit, namun hanya tiga konsentrasi terbawah yang digunakan dalam penentuan nilai LC₅₀ – 96 jam
- Membuat grafik regresi untuk nilai LC₅₀ – 96 jam, sumbu Y merupakan nilai transformasi probit, sedangkan sumbu X nilai log 10 konsentrasi perlakuan. Selanjutnya dari grafik tersebut ditentukan rumus regresi yaitu: $y = ax + b$. Nilai antilog x merupakan nilai LC₅₀ – 96 jam.

Hasil

Uji toksisitas akut limbah penyamakan kulit

Konsentrasi yang digunakan pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit yakni 0 ml (kontrol), 135 ml L⁻¹, 180 ml L⁻¹, 240 ml L⁻¹, 320 ml L⁻¹, 560 ml L⁻¹, 750 ml L⁻¹ dan masing-masing dimasukkan pada 10 Liter air. Berdasarkan uji tersebut diperoleh hasil ikan mengalami kematian dimulai pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ hingga 750 ml L⁻¹ dengan persentase 20% hingga 70% (Tabel 1).

Kematian ikan terkecil terjadi pada bak A dengan konsentrasi limbah 320 ml L⁻¹ dan persentase kematian 20% dan kematian ikan terbesar terjadi pada bak B dengan konsentrasi 750 ml L⁻¹ mengalami kematian sebanyak 70%. Pada konsentrasi 0 ml atau kontrol hingga konsentrasi 240 ml L⁻¹ ikan tidak mengalami kematian, namun pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ terdapat kematian ikan sebanyak 20% dan 30%, dan pada konsentrasi 560 ml L⁻¹ mengalami kematian sebanyak 40% dan 60%.

Terdapat perubahan tingkah laku ikan dari yang semula berenang aktif dan tidak ada kematian hingga pada konsentrasi 750 ml L⁻¹ ikan bergerak ke permukaan dan ke dasar secara cepat di-

ikuti dengan gerakan operkulum yang semakin cepat. Selama pengamatan, ikan cenderung berada di dekat aerator. Diduga ikan-ikan tersebut mencari asupan oksigen yang lebih banyak.

Uji toksisitas insektisida piretroid dengan kandungan deltametrin

Insektisida *piretroid* yang diujikan berdampak terhadap kematian ikan mas sebanyak 10% hingga 100%. Kematian ikan dimulai pada konsentrasi 0,0024 ppm yakni sebanyak 10%

atau 1 ekor dan terbanyak pada konsentrasi 0,087 ppm dengan total ikan mengalami kematian sebanyak 10 ekor atau 100%. Data hasil pengamatan tersaji pada Tabel 2.

Pada konsentrasi 0,0032 ppm ikan mati sebanyak 20%, diikuti pada konsentrasi 0,0042 ppm sebanyak 60% dan pada konsentrasi 0,0065 ppm sebanyak 90%. Pada konsentrasi 0 ppm hingga 0,0018 ppm ikan tidak mengalami kematian meskipun sedikit terpapar insektisida.

Tabel 1. Hasil uji toksisitas limbah penyamakan kulit terhadap ikan mas

Konsentrasi limbah (ml L ⁻¹)	Ulangan	Jumlah hewan Uji (ekor)	Jumlah mortalitas ikan (ekor)				Total mortalitas ikan (ekor)	Persentase mortalitas (%)
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam		
0	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
135	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
180	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
240	A	10	0	0	0	0	0	0
	B	10	0	0	0	0	0	0
320	A	10	0	0	2	0	2	20
	B	10	0	2	1	0	3	30
560	A	10	1	1	0	2	4	40
	B	10	3	3	0	0	6	60
750	A	10	3	1	2	0	6	60
	B	10	2	2	3	0	7	70

Tabel 2. Hasil uji toksisitas insektisida *piretroid* dengan komponen *deltametrin*

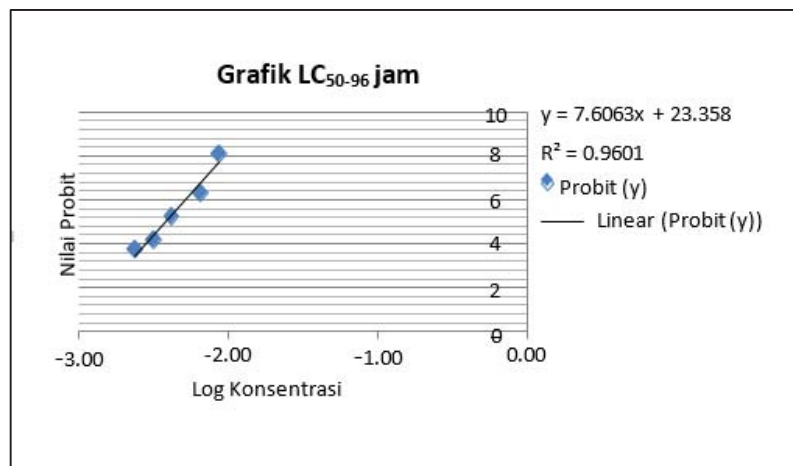
Konsentrasi (ppm)	Σ hewan	Mortalitas ikan uji (ekor)				Σ Total mortalitas (ekor)	Persentase kematian (%)
		24 jam	48 jam	72 jam	96 jam		
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0
0,00135	10	0	0	0	0	0	0
0,0018	10	0	0	0	0	0	0
0,0024	10	0	1	0	0	1	10
0,0032	10	1	1	0	0	2	20
0,0042	10	4	1	1	0	6	60
0,0065	10	6	3	0	0	9	90
0,0087	10	8	2	0	0	10	100

Perubahan tingkah laku ikan juga terjadi pada pemaparan dosis yang berbeda. Secara umum ikan mas yang terpapar *deltametrin* menunjukkan adanya tingkah laku yang abnormal seperti meningkatnya bukaan operculum, berenang di permukaan dan cenderung mendekati aerator serta bergerak cepat tak terarah pada bak percobaan.

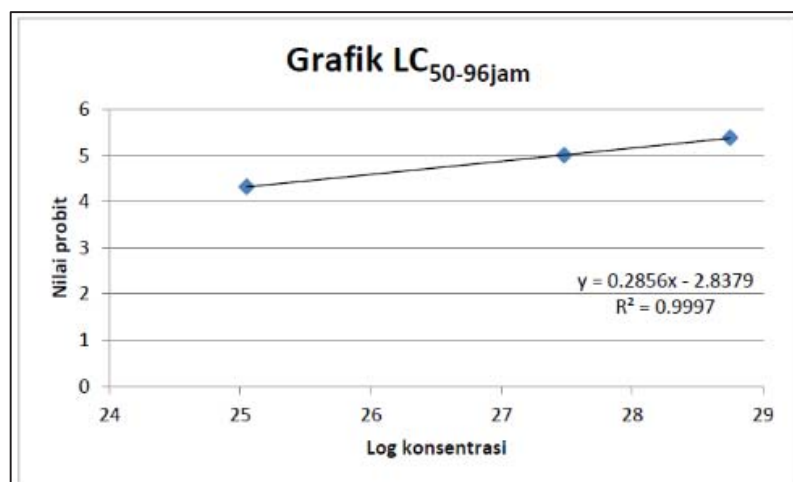
Analisis probit

Hasil perhitungan dengan menggunakan grafik regresi korelasi kemudian dilanjutkan

dengan analisis probit. Pada uji toksik penyamakan kulit dan uji toksik insektisida *piretroid* dengan kandungan *deltametrin* berpengaruh signifikan terhadap mortalitas hewan uji dengan masing-masing nilai R 0,96 dan 0,99 pada uji toksik limbah penyamakan kulit (Gambar 1). Semakin banyak limbah yang dimasukkan ke dalam media uji maka semakin banyak pula ikan mas yang mengalami kematian.



a



b

Gambar 1. Grafik regresi analisis probit konsentrasi insektisida terhadap mortalitas ikan mas (a) dan grafik regresi analisis probit konsentrasi limbah penyamakan kulit terhadap mortalitas ikan mas (b)

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 1 (a) dapat diketahui bahwa nilai LC_{50} - 96 jam dengan jumlah kematian adalah $y = 5$ (50%) dari hewan uji, maka nilai x yaitu -2,41 sehingga nilai probit dari antilog -2,41 adalah 0,0039. Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* sebesar 0,0039 ppm menyebabkan ikan uji mati sebanyak 50% dalam waktu 96 jam. Pada Gambar 1 (b) nilai probit (y) dan nilai log konsentrasi (x) menunjukkan hubungan yang positif yaitu semakin tinggi nilai probit, maka semakin tinggi pula nilai log konsentrasi. Total kematian yang ditunjukkan pada Tabel 1, selanjutnya diolah dengan menggunakan analisis probit dan didapatkan nilai LC_{50} - 96 jam 277,073 ml L^{-1} . Limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit.

Analisis kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air pada penelitian uji toksik penyamakan kulit diperoleh nilai pH cenderung asam yakni berkisar antara 5-6, kadar oksigen terlarut relatif rendah antara 4,3 – 5,9 mg L^{-1} , dan suhu media uji antara 19 – 28°C. Pada uji toksik insektisida nilai pH cenderung netral berkisar antara 7,03 – 7,93, oksigen terlarut tergolong baik antara 6,01 – 8,45 mg L^{-1} dan nilai suhu berkisar 23,3°C – 26,8°C. Hasil analisis laboratorium, kadar kromium dalam limbah cair penyamakan kulit sebesar 6,1833 ppm dengan 500 kali pengenceran.

Pembahasan

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menggunakan senyawa krom sulfat pada proses produksinya, sehingga limbah cair dari industri ini termasuk limbah berbahaya dan beracun karena mengandung senyawa krom total. Logam Cr yang terlarut di dalam air sangat ber-

bahaya bagi kehidupan organisme di dalamnya. Hal ini karena logam berat bersifat bioakumulatif yaitu logam berat berkumpul dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh organisme hidup, walaupun kadar logam berat pada perairan rendah tetapi dapat diabsorpsi oleh tubuh organisme (Prastyo *et al.* 2016).

Logam kromium memberikan dampak yang cukup serius (menggelepar, lumpuh, dan kemudian mati) terhadap ikan mas dan merupakan penyebab utama kematian ikan (Sunardi & Supriyanto 2008). Begitu juga insektisida *piretroid* dengan kandungan *deltametrin* mampu memberikan dampak kematian pada dosis 0,0032 – 0,0087. Ikan yang hidup dalam lingkungan perairan yang tercemar pestisida akan menyerap bahan aktif pestisida tersebut dan tersimpan dalam tubuh, karena ikan merupakan akumulator yang baik bagi berbagai jenis pestisida terutama yang bersifat lipofilik (mudah terikat dalam jaringan lemak). Dalam kondisi perairan yang subletal, kandungan residu pestisida dalam tubuh ikan yang terbentuk melalui proses bioakumulasi akan semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi dan bertambahnya waktu pemaparan hingga mencapai kondisi *steady state* yaitu kondisi di mana jumlah bahan yang diserap dan didepurasi per satuan waktu seimbang pada suatu konsentrasi bahan dalam air (stabil). Selain itu, pengaruh lanjut bioakumulasi pestisida pada konsentrasi tertentu secara signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan dan berdampak terhadap kondisi hematologis ikan (Taufik 2005).

Daya racun Cr yang terdapat dalam limbah penyamakan kulit merupakan bahan aktif dari logam berat yang dapat memengaruhi proses fisiologis atau metabolisme tubuh, sehingga proses metabolisme terputus (Palar 2008). Ion Cr^{6+} dalam proses metabolisme tubuh akan menghambat kerja enzim *benzopiren hidroksilase*, yang

berakibat terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat karsinogenik. Djojusumarto (2008) menambahkan bahwa *deltametrin* merupakan insektisida racun saraf yang bekerja menghalangi kerja saluran natrium pada saraf sehingga impuls saraf tidak bekerja. *Deltametrin* memiliki spektrum luas dan merupakan senyawa golongan *piretroid* yang paling kuat dan paling beracun (Kim *et al.* 2007). Berdasarkan Hasan (2006), bahwa cara kerja *piretroid* yaitu memengaruhi sistem saraf serangga atau mamalia dengan merangsang sel-sel saraf untuk menghasilkan efek pengulangan (*repetitive*) yang berakhir dengan kelumpuhan dan kematian. Efek ini disebabkan oleh rendahnya penutupan saluran natrium dalam akson saraf, sehingga natrium bergerak cepat dalam sel-sel dan merubah fungsi akson saraf. Ikan yang terpapar air yang tercemar oleh deltametrin pada konsentrasi letal dapat berdampak kematian, sedangkan dalam konsentrasi subletal akan menyerap bahan aktif tersebut melalui permukaan tubuh, membran insang, dan difusi kutikular (Taufik & Setiadi 2012).

Terdapat perbedaan pada kondisi ikan sebelum dan sesudah terpapar bahan pencemar hingga pada akhirnya mengalami mortalitas mencapai 100%. Ikan mas yang belum dipapar (kontrol) berenang aktif dan normal hingga pengamatan 96 jam. Bukaan mulut dan operculum normal dan tidak ada kematian hingga pengamatan 96 jam. Kondisi ikan mas, yang telah dipapar dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,0087 ppm, bergerak tidak beraturan (menabrak dinding bak), cenderung bergerak ke atas dan ke bawah, bukaan operculum ikan semakin cepat. Ikan mulai kehilangan keseimbangan yang mulai ditandai dengan tubuh miring dan gerakan renang yang

tidak menentu, adanya beberapa ikan yang melompat keluar dari bak percobaan, ikan bergerak lambat dan mendekati aerator pada pengamatan 48 jam, serta terjadi kematian pada awal pengamatan (24 jam). Martini (2001) menyatakan, ikan yang terkena daya racun atau pencemar dapat diketahui dari gerakannya yang hiperaktif, menggelepar, lumpuh dan kemudian mati. Secara klinis hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar. Seperti yang dinyatakan oleh Syafriadi-man (2009) bahwa proses terjadinya mortalitas berawal dari perubahan tingkah laku seperti dari gerakan normal menjadi gerakan tak menentu, tubuh membentuk garis vertikal dengan permukaan air, ikan bergerak dengan keadaan ekor di atas dan kepala ke bawah dengan posisi miring, ikan melompat ke permukaan dan akhirnya ikan mati. Widayati *et al.* (2011), juga menjelaskan bahwa ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya.

Limbah penyamakan kulit mampu mematikan ikan mas yang dimulai pada konsentrasi 320 ml L⁻¹ dengan persentase mortalitas 20% selama 48 jam. Penelitian Andriani & Hartini (2017) menunjukkan nilai LC₅₀-96 jam limbah cair batik kromium adalah 0,0037 ppm terhadap ikan mas dan menunjukkan adanya penempelan zat asing pada sisiknya. Besar kecilnya zat asing yang menempel, berbanding lurus dengan besar kecilnya toksikan yang diberikan. Semakin besar konsentrasi toksikan, maka penempelan zat asing

juga semakin besar, namun pada sisik ikan nila tidak terjadi kerusakan bentuk sisik.

Insektisida *piretroid* mulai mematikan ikan mas pada konsentrasi 0,0032 ppm sebanyak 20% selama 48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida memiliki daya racun yang lebih kuat pengaruhnya terhadap kematian benih ikan mas. Rudyanti & Ekasari (2009) menambahkan bahwa nilai LC_{50} – 96 jam pestisida fipronil terhadap benih ikan mas adalah sebesar 0,84 mg L⁻¹ dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas. Kinasih *et al.* (2013) menyatakan semakin tinggi konsentrasi pestisida alami (daun babadotan) yang dilarutkan pada media hidup ikan mas maka tingkat sintasan ikan mas akan semakin rendah karena pestisida dengan konsentrasi tinggi menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Hal ini mengakibatkan terganggunya proses respirasi dan akhirnya menyebabkan kematian. Ditambahkan oleh Bosman *et al.* (2013), kerentanan organisme terhadap toksikan berbeda-beda berdasarkan konsentrasi bahan toksik, spesies, dan ukuran organisme. Selain itu, kelangsungan hidup ikan juga dipengaruhi oleh faktor internal yang berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri dan faktor eksternal yang meliputi kondisi lingkungan tempat ikan hidup seperti sifat fisik, kimiawi, dan biologis perairan. Oleh karena itu pada suatu konsentrasi tertentu ikan masih dapat menoleransi kadar insektisida yang diberikan, sehingga tidak ada ikan yang mati. Bertambahnya kadar konsentrasi insektisida pada uji toksisitas menyebabkan senyawa toksik yang terkandung pada insektisida terakumulasi dalam organ tubuh ikan, sehingga mengakibatkan kematian pada hewan uji (Wulandari *et al.* 2013). Menurut Guthrie & Perry (1980), istilah yang digunakan untuk menggambarkan dampak yang diakibatkan toksikan yaitu

akut, sub akut, kronis letal, dan sub letal; sedangkan tingkat daya racun berdasarkan nilai LC_{50} -96 jam yaitu lebih dari 100 mg L⁻¹ tergolong rendah, 10 – 100 mg L⁻¹ tergolong sedang, 1 - 10 mg L⁻¹ tergolong tinggi dan kurang dari 1 mg L⁻¹ tergolong sangat tinggi (Koesoemadinata, 1983). Limbah cair penyamakan kulit menggambarkan dampak kronis dan memiliki daya racun yang sangat tinggi, sedangkan pestisida *piretroid* menggambarkan dampak sub lethal dan memiliki daya racun yang rendah. Daya racun yang dimiliki limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit karena dengan konsentrasi yang sedikit mampu membunuh ikan dalam waktu 24 jam.

Hasil analisis laboratorium, kadar kromium dalam limbah cair penyamakan kulit sebesar 6,1833 ppm dengan 500 kali pengenceran. Hal ini sejalan dengan penelitian Andriani & Hartini (2017), hasil analisis kadar kromium (Cr) sebesar 7,0 mg L⁻¹ yang nilainya lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar maksimum kromium (Cr) dalam lingkungan yaitu 1,0 mg L⁻¹, sehingga dapat dinyatakan bahwa kadar krom limbah cair penyamakan kulit dalam penelitian ini telah melebihi ambang batas dalam lingkungan dan berbeda 1 mg L⁻¹ dengan hasil penelitian sebelumnya. Krom (Cr) di alam berada pada valensi 3 (Cr3+) dan valensi 6 (Cr6+). Cr6+ lebih toksik dibandingkan dengan Cr3+, karena sifatnya yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan. Melalui rantai makanan kromium dapat terdeposisikan pada bagian tubuh makhluk hidup yang pada suatu ukuran tertentu dapat menyebabkan racun. Apabila masuk ke dalam sel, krom dapat menyebabkan kerusakan struktur DNA hingga terjadi mutasi. Terakumulasinya krom dalam jumlah besar di tubuh manusia jelas-jelas mengganggu kesehatan karena krom memiliki dampak negatif

terhadap organ hati, ginjal serta bersifat racun bagi protoplasma makhluk hidup (Kristianto *et al.* 2017). Konsentrasi antara limbah cair batik dengan mortalitas benih ikan mas terjadi hubungan positif, semakin tinggi konsentrasi limbah maka semakin besar mortalitas pada benih ikan mas (Andriani & Hartini 2017).

Hasil pengukuran kualitas air yakni pH, oksigen terlarut, dan suhu pada uji toksisitas limbah penyamakan kulit cenderung lebih rendah daripada kualitas air pada bak-bak percobaan yang menggunakan insektisida *piretroid*. Menurut RudiYanti & Ekasari (2009), pH optimal bagi ikan mas adalah 6,7- 8,2. Kandungan oksigen terlarut pada perairan yang terpapar insektisida $\pm 6 \text{ mgL}^{-1}$ yang lebih tinggi daripada limbah penyamakan kulit ($\pm 4 \text{ mgL}^{-1}$). Hal tersebut juga berbanding lurus dengan suhu perairan yang jauh lebih tinggi pada air dipapar limbah penyamakan kulit daripada suhu air yang dipapar insektisida. Berdasarkan Tarigan & Edward (2003), pada kadar oksigen terlarut $< 4 \text{ mg L}^{-1}$ ikan mas masih mampu bertahan hidup, namun pertumbuhannya sedikit terhambat. Kadar oksigen terlarut yang optimal untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan mas yaitu $\geq 5 \text{ mg L}^{-1}$. RudiYanti & Ekasari (2009) menyatakan bahwa ikan mas hidup pada kisaran suhu antara $14 - 38^\circ\text{C}$. Kelabora (2010) menyatakan bahwa meskipun ikan dapat beraklimatisasi pada suhu yang relatif tinggi, tetapi pada suatu derajat tertentu kenaikan suhu dapat menyebabkan kematian ikan mas. Perubahan drastis suhu hingga mencapai 5°C mengakibatkan stress pada ikan atau membunuhnya. Suhu sangat penting dalam perairan karena berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan biota air (Supiyati *et al.* 2012).

Simpulan

Nilai $\text{LC}_{50} - 96$ jam pada penelitian dengan menggunakan ikan mas yang dipapar insektisida *piretroid* berbahan aktif *deltametrin* mengakibatkan kematian 50% populasi hewan uji pada dosis 0,0039 ppm, sedangkan dengan menggunakan ikan mas yang dipapar limbah penyamakan kulit yang terkandung logam berat kromium (Cr) diperoleh nilai $\text{LC}_{50} - 96$ jam $277,073 \text{ ml L}^{-1}$. Limbah insektisida memiliki daya racun ± 70.000 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan limbah penyamakan kulit.

Daftar pustaka

- Andriani R, Hartini. 2017. Toksisitas limbah cair industri batik terhadap morfologi sisik ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal SainHealth*, 1(2): 32 - 40.
- Asmadi ES, Oktiawan W. 2009. Pengurangan chrom (Cr) dalam limbah cair industri kulit pada proses tannery menggunakan senyawa alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH dan NaHCO_3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(1): 41-54
- Bosman O, Taqwa FH, Marsi. 2013. Toksisitas limbah cair lateks terhadap kelangsungan hidup, pertumbuhan dan tingkat konsumsi oksigen ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2): 148-160.
- Damayanty MM, Abdulgani N. 2013. Pengaruh paparan sub lethal insektisida diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2(2): 2337 – 3520.
- Dewi NK, Perdhana FF, Yuniastuti A. 2012. Paparan seng di perairan kaligarang terhadap ekspresi Zn-thionein dan konsentrasi seng pada hati ikan mas. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 35(2): 108-115.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 344 hlm.

- Guthrie FE, Perry JJ. 1980. *Introduction to Environmental Toxicology*. Elsevier North Holland, Inc. 484 p.
- Hasan M. 2006. Efek paparan insektisida deltametrin pada kerbau terhadap angka gigitan nyamuk *Anopheles vagus* pada manusia. *Tesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 49 hlm.
- Kelabora DM. 2010. Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 38(1): 71-81.
- Kim KB, Anand SS, Muralidhara S, Kim HJ, Bruckner JV. 2007. Formulation-dependent toxicokinetics explains differences in the GI absorption, bioavailability and acute neurotoxicity of deltamethrin in rats. *Toxicology*, 234 (3): 194 – 202.
- Kinasih I, Supriyatna A, Rusputa RN. 2013. Uji toksisitas ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides* Linn) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) sebagai organisme non-target. *Jurnal Kajian Islam, Sains, dan Teknologi*, 7(2): 121-132.
- Koesoemadinata. 1983. *Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Lethal Pesticida pada Ikan untuk Keperluan Pendaftaran*. Komisi Pesticida Departemen Pertanian. Jakarta. 24 hlm.
- Kristianto S, Wilujeng S, Wahyudiarto D. 2017. Analisis logam berat kromium (Cr) pada Kali Pelayaran sebagai bentuk upaya penanggulangan pencemaran lingkungan di wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, 3(2): 66-70.
- Martini KS. 2001. Pengaruh parameter BOD, COD, pH, fenol dan coli pada air sungai terhadap kualitas air sumur disekitar aliran Sungai Premulung Kota Surakarta. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- Nurhamidah. 2005. Penentuan kondisi optimum HPLC untuk pemisahan residu pestisida imidakloprid, profenofos dan deltametrin pada cabai (*Capsicum annum*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7(2): 87-93.
- Nurkhasanah S. 2015. Kandungan logam berat kromium (Cr) dalam air, sedimen, dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta karakteristik biometrik dan kondisi histologisnya di Sungai Cimanuk Lama, Kabupaten Indramayu. *Tesis*. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 51 hlm.
- Palar H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 152 hlm.
- Prastyo D, Herawati T, Iskandar. 2016. Bioakumulasi logam kromium (Cr) pada insang, hati dan daging ikan yang tertangkap di Hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2) : 1-8.
- Putri AK, Zahidah, Harahap SA. 2016. Peningkatan produksi ikan mas (*Cyprinus carpio* L) menggunakan sistem budidaya polikultur bersama ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1): 146-156.
- Rudiyanti S, Ekasari AD. 2009. Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(1): 49-54.
- Sunardi, Supriyanto C. 2008. Comparison test of FNAA and AAS method for Cu, Cd, Cr, and Pb analysis of code river sediment (Indonesia). *Indonesian Journal of Chemistry*, 8(2): 158-162.
- Supiyati, Halauddin dan G. Arianty. 2012. Karakteristik dan kualitas air di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan Software Som Toolbox 2. *SIMETRI, Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*, 1(2): 67-73.
- Syafriadiman. 2009. Toksisitas limbah industri kelapa sawit terhadap kelimpahan algae hijau (*Ulothrix implexa*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 35(1): 1-18.
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kandungan total zat padat tersuspensi (*total suspended solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara, Sains*, 7(3): 109-119
- Taufik I, Setiadi E. 2012. Toksisitas serta potensi bioakumulasi dan bioeliminasi insektisida endosulfan pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1): 131-143.
- Taufik, I. 2005. Pengaruh lanjut bioakumulasi insektisida endosulfan terhadap pertumbuhan dan kondisi hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Tesis*. Program Studi Ilmu Perairan, Sekolah Pascasarjana, IPB. 83 hlm.

- Taufik, I. 2011. Pencemaran pestisida pada perairan perikanan di Sukabumi – Jawa Barat. *Media Akuakultur*, 6(1): 69-75
- Ulfin I, Harmami, Rahmawati E. 2014. Pemisahan kromium dari limbah cair industri penyamakan kulit dengan koagulan FeSO_4 . *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, ISBN : 978-602-0951-00-3 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya, 20 September 2014. B-178 – B. 184.
- Wardlaw, A. C. 1985. *Practical Statistics for Experimental Biologist*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Widayati DE, Aunurohim, Abdulgani N. 2011. *Studi hispatologi insang ikan mujair (Oreochromis mossambicus) pada konsentrasi sublethal air lumpur Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Wiresphati EAMO, Raharjo, Budijastuti W. 2012. Pengaruh kromium heksavalen (VI) terhadap tingkat kalangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal LenteraBio*, 1(2): 75-79.
- Wulandari W, Sukiya, Suhandoyo. 2013. Efek insektisida *desis* terhadap morfologi dan struktur histologi insang nila merah “Lokal Cangkringan”. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2): 251-265.